

ALE로 성장한 ZnS:Tb ACTFEL소자의 제작 및 특성 (Fabrication and characterization of ZnS:Tb ac thin-film electroluminescent devices grown by Atomic layer epitaxy)

남상두 · 강정숙 · 장경동 · 손상호 · 이상윤

경북대학교 물리학과, TEL (053) 950-5321 FAX (053) 952-1739

윤선진 · 김용신 · 백문철 · 남기수

한국전자통신연구원 반도체연구단 재료기술연구실, TEL (042) 860-5821

1. 서론

전계발광현상(Electroluminescence, EL)은 발광물질에 MV/cm 이상의 고전기장이 걸릴 때 고전기장에 의해 가속된 전자가 형광층 내부에 첨가된 발광중심의 전자를 충돌여기시키고 여기된 전자가 다시 바닥 상태로 완화될 때 빛을 방출하는 현상이다. 지금까지 EL연구 개발에 사용된 박막 성장 기술은 Electron-beam evaporation, Multi-source deposition(MSD), Sputtering, Atomic layer epitaxy(ALE)등을 들 수 있으나, 최근 디스플레이 소자의 구조가 복잡한 응용 분야에 요구됨에 따라 계면특성, step coverage, 생산비용의 관점등을 고려하여 볼때 ALE가 가장 적합한 기술로 평가받고 있다.

따라서 저진공하에서 소스증기와 질소를 교대로 reactor내에 흘려주어 원자층 단위로 박막을 성장하는 traveling wave type의 ALE(Microchemistry Ltd. ALE F-450 model, 한국전자통신연구원 소속)장비를 이용하여 녹색 발광 ZnS:Tb ACTFEL소자를 제작하고, 이 소자의 전기·광학적 특성을 조사하였다. 또한 소자의 전기적 특성은 계면상태의 미세한 현상을 알아보기 위해 정현파 대신 임의파형을 이용하여 그 특성을 조사하였다. 마지막으로 aging에 따른 휘도의 변화와 계면 상태 그리고 dopant양에 따른 EL 스펙트럼을 분석하였다.

II. 실험방법

제작한 소자의 구조는 형광층인 ZnS:Tb가 상하부 절연층 Al₂O₃로 둘러싸인 샌드위치 구조로서 ITO를 투명전극으로 Al을 배면전극으로 사용한 다층용량 구조이다.

Al₂O₃의 경우 precursor로 AlCl₃와 H₂O를 사용하여 상·하부 절연층으로 각각 2200, 2000Å 성장시켰다. 또한, ZnS의 경우 precursor로는 ZnCl₂, H₂S를 사용하였고, doping 물질인 Tb는 Tb₂S₃의 형태로 성장시키며 precursor로서 Tb(TMHD)₃, H₂S를 사용하였다. 형광층은 ZnS 10cycle당 Tb₂S₃ 1cycle씩 3500Å 두께로 성장하였으며, 성장에 있어 약 475°C에서 Tb(TMHD)₃의 열분해가 일어나므로 ZnS:Tb의 성장온도를 460°C로 낮추었다.

배면전극은 광반사율이 좋고 절연시 self-healing효과가 있는 Al을 저항선 가열 증착장치를 이용하여 6×10^{-6} Torr에서 3000Å 증착하였다.

이렇게 제작된 소자는 rising time과 falling time을 5μs, pulse width 35μs으로 한 trapzoid wave형의 임의 파형을 이용하여 EL소자의 전기적 특성을 조사하였다.

III. 결론

인가전압에 따른 휘도 분석 결과 일반적으로 포화가 일어나는 영역에서 형광층 전계와 relaxation charge의 증가로 인한 conduction charge의 증가를 가져와 휘도의 급격한 증가를 가져왔다. 이 영역에서 형광층내의 전도전류 흐름을 살펴본 결과 일반적인 전도전류 이외에 인가 전압파형의 최대영역에서 2차 전도전류가 생성되고 있음을 확인할 수 있었으며, 이것은 휘도에 상당한 기여를 하고 있음을 확인할 수 있었다. Aging에 따른 휘도 변화는 9시간 후에 형광층내의 공간전하의 감소와 얇은 계면으로의 전자 방출로 인하여 처음 휘도의 22.9% 감소한 뒤 일정하게 유지되었다.